

海口湾人工填海前后冲淤演变数值模拟

张航飞^{1,2}, 曾维特^{2,3*}, 吴多誉¹, 张东强¹, 王晓林²

(1. 海南省地质综合勘察院, 海南 海口 570206; 2. 海南省地质调查院, 海南 海口 570206;
3. 海南省海洋地质资源与环境重点实验室, 海南 海口 570206)

摘要:为了解近年南海明珠项目、葫芦岛、秀英港扩建工程等人工填海工程对海口湾冲淤变化的影响, 基于 FVCOM 海洋数值模型, 对研究区人工填海前后潮流场、波浪场及冲淤变化进行了数值模拟。人工填海后, 综合各条件下的冲淤情况, 海口湾受潮流和波浪共同作用大部分区域处于淤积状态, 年淤积量预测值为 0.1~1.0 m; 白沙角等局部区域处于侵蚀状态, 年冲刷量预测值为 0.1~0.3 m; 受海口湾人工填海工程的影响, 秀英港航道的水动力条件减弱, 对通航条件改善有利, 需加强航道的水深监测和定时的清淤工作; 在南海明珠人工岛南侧波影区泥沙堆积会形成向海的舌状的突出体, 其两侧海岸形成侵蚀后退带, 需人工补沙等措施以保证岸线稳定。

关键词:人工填海工程; 海口湾; 冲淤变化; FVCOM; 数值模拟

中图分类号: P714⁺.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-3682(2019)02-0105-10

doi: 10.3969/j.issn.1002-3682.2019.02.003

引用格式: ZHANG H F, ZENG W T, WU D Y, et al. Numerical simulation of scouring and silting evolution in the Haikou Bay before and after artificial reclamations[J]. Coastal Engineering, 2019, 38(2): 105-114. 张航飞, 曾维特, 吴多誉, 等. 海口湾人工填海前后冲淤演变数值模拟[J]. 海岸工程, 2019, 38(2): 105-114.

目前, 我国南部海域以海南自由贸易试验区为中心, 借势国家政策, 成为当前中国海洋旅游最热板块。随着经济建设的迅猛发展, 沿海地区的用海需求越来越大, 围填海活动在给地方经济注入活力的同时, 也带来了一系列环境问题^[1-2], 改变了原有的海洋动力环境。

海口湾人工填海建设项目必定会导致其附近海域的潮流、波浪、泥沙冲淤状况的改变, 为保护海洋环境, 将人造工程建设造成的影响降到最低, 有必要对海口湾的冲淤变化进行研究。结合地质地貌、海洋动力等资料^[3-6], 基于 FVCOM 海洋数值模型, 充分发挥其能够较好拟合海岸线边界和海底地形的优点, 模拟分析了近年的南海明珠项目、葫芦岛、秀英港扩建工程等填海工程对海口湾冲淤变化的影响。

1 研究区和人工填海工程概况

海口湾位于海南岛北部、琼州海峡中段南侧(图 1)。海口湾东西两侧岬角分别为南渡江三角洲(海甸岛)沙泥堆积体和后海玄武岩基岩岬角, 使海口湾成为一个向陆凹进、向北敞开的螺旋形海湾^[7]。海湾岸线长约 20.5 km, 口门宽约 12.5 km, 全湾总面积约 42 km²。

研究区于 10 月至次年的 4 月盛行东北季风气流, 6—8 月盛行西南季风气流, 5 月和 9 月是季风转换期, 年平均风速 3.4 m/s。波浪以风浪为主, 南向风为离岸风, 南向风浪较弱, 北向风为向岸风, 北向风浪较强^[8]。

南海明珠人工岛地处海口湾西侧海域, 距东南侧秀英港区约 7 km。根据项目海区的水深测量资料, 规划海域的水深大约为 0.7~15 m, 平均水深 6.9 m^[9]。南海明珠项目总体规划填海造地约 2.6 km², 分两期建

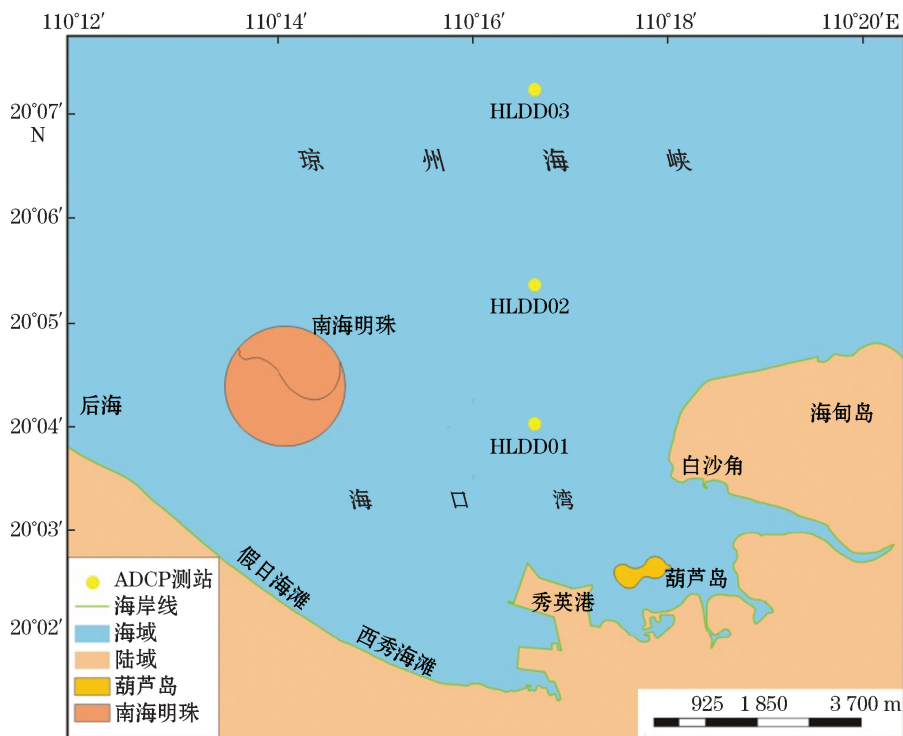
收稿日期: 2019-03-26

资助项目: 海南省重点科技计划项目——海南岛重点海湾环境综合地质调查(I 期)(ZDXM2014092)

作者简介: 张航飞(1990-), 男, 工程师, 硕士, 主要从事海岸带综合地质调查方面研究。E-mail: 765316210@qq.com

* 通讯作者: 曾维特(1986-), 男, 高级工程师, 博士, 主要从事海洋地质方面研究。E-mail: zengweite@126.com

(王佳实 编辑)



注: HLDD03, HLDD02, HLDD01 为 ADCP 测站编号

图 1 研究区地理位置图

Fig.1 The geographical location of the study area

设,并以人工岛为依托,新建邮轮母港和相关的水上娱乐设施^[10]。

葫芦岛项目位于海口湾海甸溪和龙昆沟入海口,批复用海面积约 0.39 km²,岛上建设项目以超星级标志性酒店为主体,拟打造海口湾标志性建筑。

秀英港扩建工程位于秀英港区 2 个万吨级泊位以北,工程建设规模为新建 2 个 3 万吨级集装箱泊位及相应港口配套设施,其中 1 个泊位兼靠国际邮轮,填海规模 0.85 km²。

2 研究方法

2.1 模型简介

本研究采用基于自由网格、自由表面、原始方程、有限体积海岸大洋环流模型(Finite-Volume Coastal Ocean Model, FVCOM)的理论基础^[11]。其中,FVCOM 结合了用于简单离散编码和计算功率的有限差分法以及用于几何灵活性的有限元法的优良特征。基于该模型理论基础开发的数值模拟模块及相关工具,被国内外大部分水动力模拟软件引用,经过了长期的验证,可用于近岸、海湾、河口和湖泊等特征复杂的不规则海岸线和地形几何学研究^[12-13]。

2.2 模型建立

因本项目无法获取实测潮位数据作为开边界,则通过建立大海域模型,并在其中嵌套小模型,由大模型提取小模型的开边界条件。大模型的边界条件由全球潮位预报模型(OSU Tidal Prediction Software, OTPS)进行提取,通过大小模型建立联系,对研究区域进行模拟验证分析。

大模型范围为 $109^{\circ}42'00''\sim 111^{\circ}01'00''\text{E}$, $19^{\circ}48'00''\sim 20^{\circ}48'00''\text{N}$ 。整个模拟区域共有 27 976 个节点和 14 598 个三角单元组成(图 2)。开边界处边界条件通过 OTPS 主要分潮插值得到。

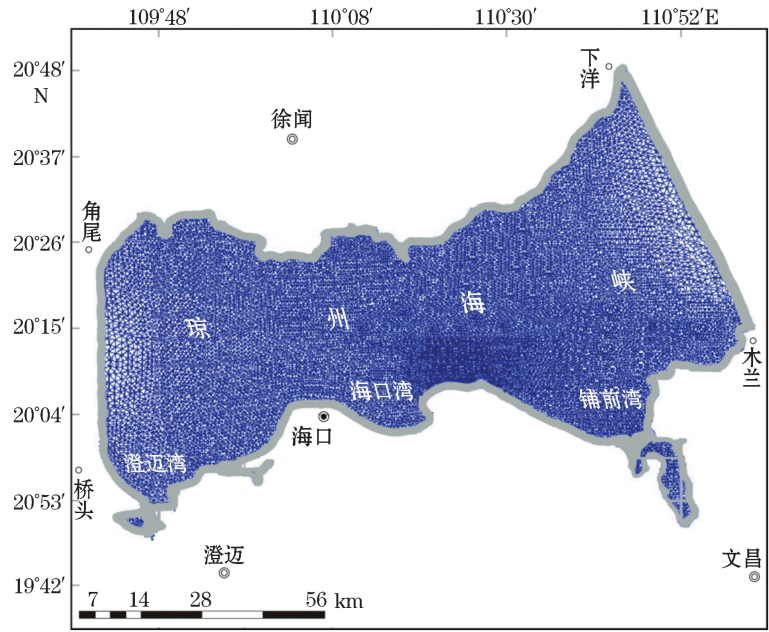


图 2 大区域三角网格模型图
Fig.2 Triangular grid model of the large area

研究区域建立 1978 年和 2016 年两个年度的潮汐模型,模型范围为 $110^{\circ}11'24''\sim 110^{\circ}20'24''\text{E}$, $20^{\circ}01'12''\sim 20^{\circ}06'00''\text{N}$ 。开边界处由大区域计算结果提供水位开边界条件。

3 结果与讨论

3.1 模型验证

本研究对选取范围内的潮位站预报进行对比分析,采用海口秀英港潮位站年中 5—6 月及年终 11—12 月最大潮和最小潮两个时间段,共计 4 d 的数据进行对比验证,最终通过线性回归分析方法对数据的相关性进行了讨论,对模型的准确性进行总结。

通过对预报和模拟计算的潮位值进行线性回归分析验证它们之间定量关系,达到验证模型的准确性。通过回归统计,各数据都表明它们的相关性高、拟合效果及回归效果显著(图 3、表 1)。

表 1 秀英港潮位值线性回归参数统计
Table 1 The linear regression parameters of tidal level in the Xiuying Port

时 间	相关系数	拟合系数	<i>F</i> 显著性统计量
2016-05-31	0.973 75	0.948 10	0.012 46
2016-06-22	0.970 02	0.928 70	0.013 87
2016-12-07	0.938 95	0.881 60	0.013 96
2016-12-17	0.957 82	0.893 30	0.011 26

针对研究区模型,利用模型模拟数据与 6 个声学多普勒流速剖面仪(Acoustic Doppler Current

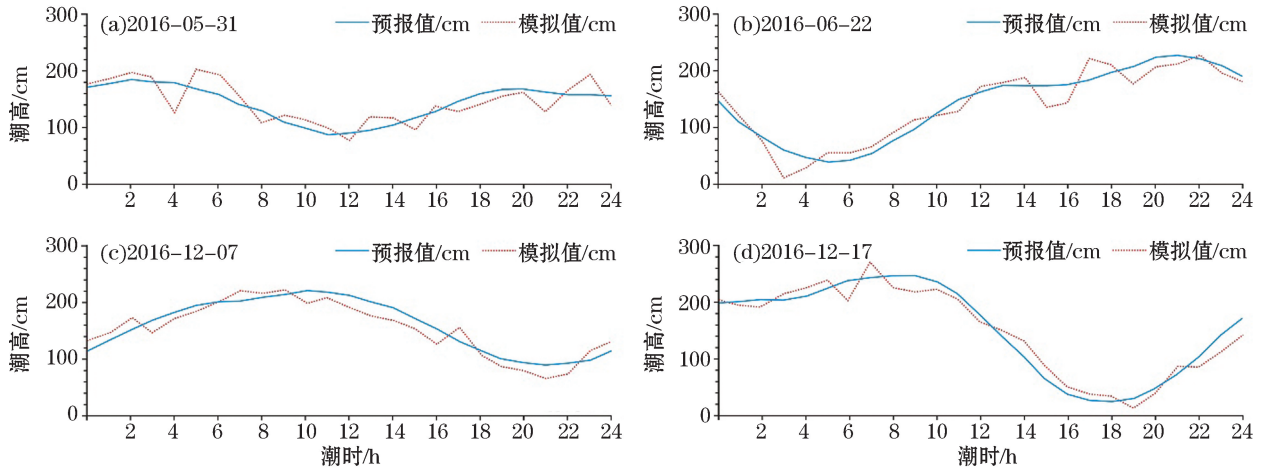


图3 秀英港潮高实测与模拟结果对比

Fig.3 Comparison between the measured and the simulated tidal heights in the Xiuying Port

Profiler, ADCP)测站进行对比分析验证,分别验证流速流向并进行回归分析,ADCP 测站位置及编号见图1。ADCP 测量的数据于 2016-05-31(小潮)和 2016-06-10(大潮)分别进行了 3 船同步 25 h 单周日潮流同步连续观测。限于篇幅,本文仅给出研究区小潮流速(图4)和小潮流向(图5)验证结果。

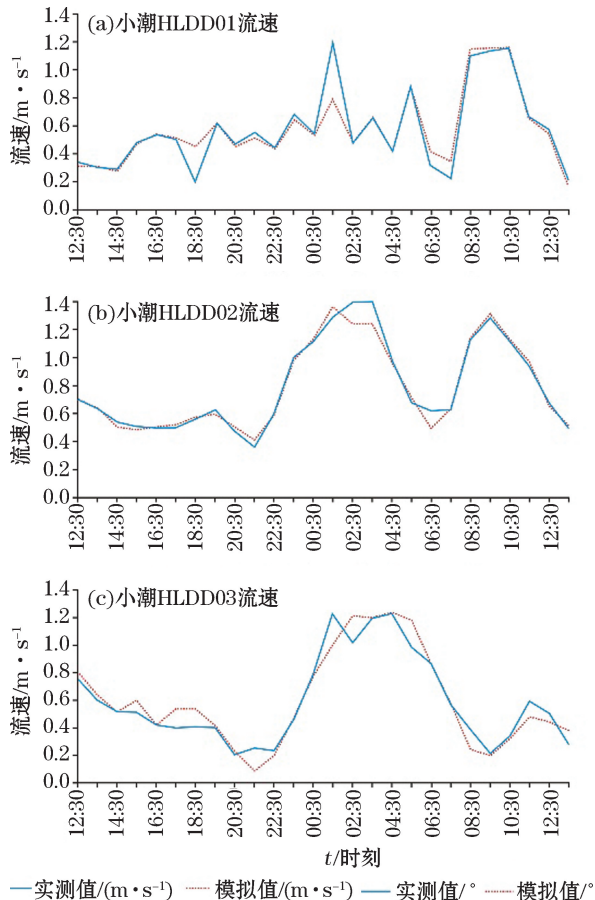


图4 海口湾 ADCP 测站流速实测与模拟结果对比

Fig.4 Comparison between the measured and the simulated flow speeds and directions at station ADCP in the Haikou Bay

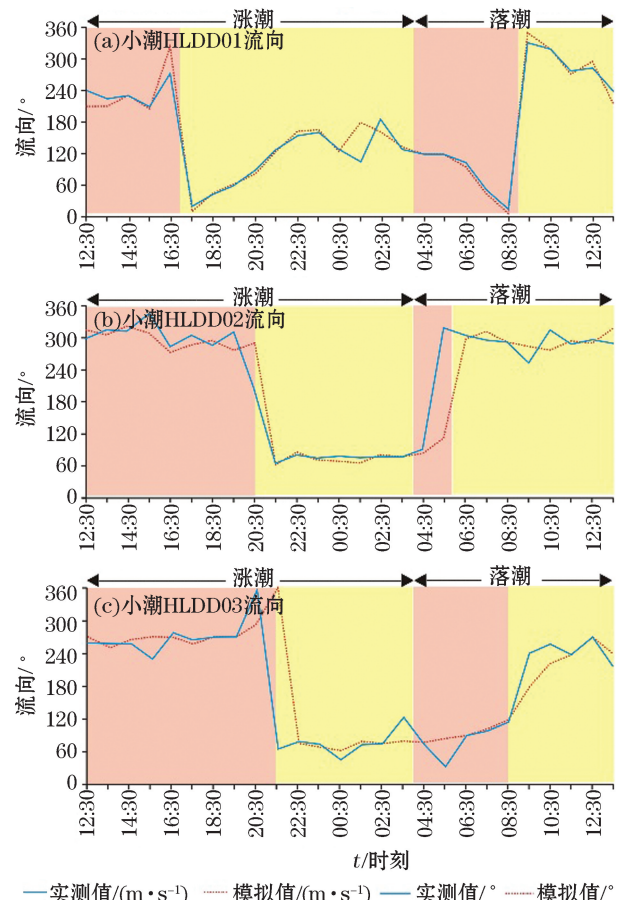


图5 海口湾 ADCP 测站流向实测与模拟结果对比

Fig.5 Comparison of the high-tide flow speeds of neap tide before and after the artificial reclamations

结果显示,实测流速和流向值与计算的预测值在同一时间间隔内的变化趋势相同,且在同一时刻的流速及流向值偏差较小。海口湾海域潮流主要呈往复流动,存在涨潮东向流、涨潮西向流、落潮西向流和落潮东向流四种流动形式。从持续时间来看,湾内主要是涨潮东向流与落潮西向流。

以上结果表明,观测点上潮流模拟结果以及潮位站的潮位模拟结果均与实测潮流资料较吻合(图 3、4 和图 5),水动力模型模拟良好。

3.2 潮流场的变化

从模型模拟的数据分析看,海口湾的潮汐性质为不正规日潮。湾内主要是涨潮东流、落潮西流,同时也存在涨潮西流、落潮东流,这主要是海口湾的潮流受琼州海峡东西口门的潮波系统控制所影响。

研究区小潮涨潮和落潮流极大值时刻的流速进行对比结果显示,东、西向流模拟结果整体趋势基本相似(图 6 和图 7):受南海明珠工程影响,海口湾水动力条件被改变,东西向潮流通过时,发生环岛双向绕流,流速相对填海前增大 $0.07 \sim 0.10$ m/s;受到南海明珠工程、葫芦岛工程、秀英港扩建工程的影响,沿岸流速普遍变缓,减小 $0.01 \sim 0.10$ m/s;从后海沿假日海滩近岸区域流速增大 $0.01 \sim 0.07$ m/s;秀英港口区域流速减小 $0.01 \sim 0.05$ m/s;葫芦岛区域流速变化较明显,涨潮东向流时主要受南海明珠工程、秀英港扩建的阻挡作用和落潮西向流时受海甸岛的压盖作用影响,流速减少 $0.03 \sim 0.08$ m/s;东部白沙角区域由于受挑流作用影响,流速加快 $0.01 \sim 0.03$ m/s。

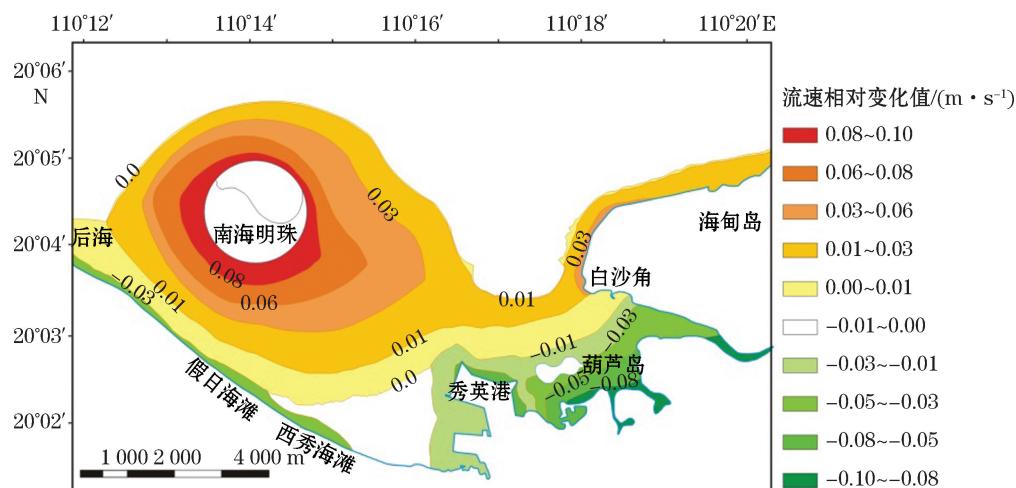


图 6 小潮涨潮人工填海前后流速对比图

Fig.6 Comparison of the low-tide flow speeds of neap tide before and after the artificial reclamations

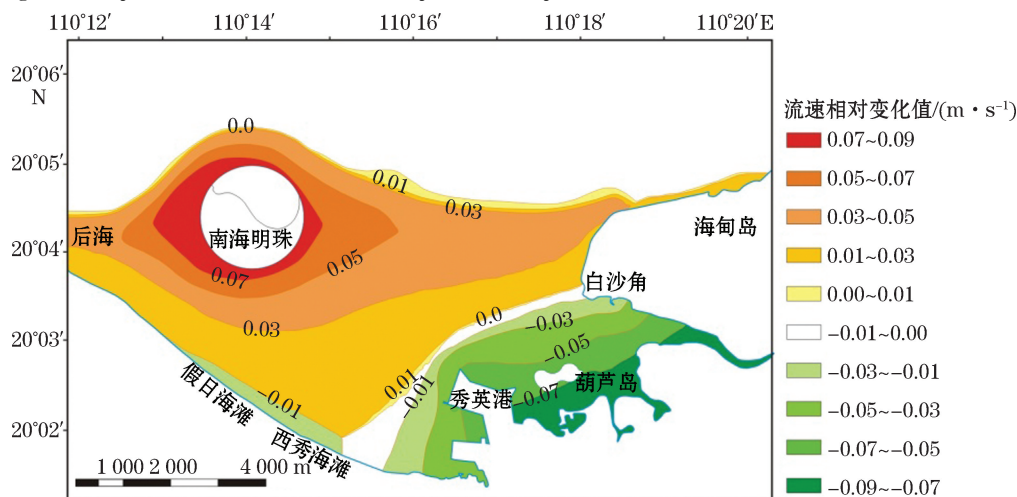


图 7 小潮落潮人工填海前后流速对比图

Fig.7 Comparison of the maximum effective wave heights after the action of constant wave direction (NEE) for 24 hours before and after the reclamations

3.3 波浪场的变化

采用梁丙臣等给出的波浪控制方程对研究区进行波浪场数值模拟^[14-15]。根据开边界、规划用海区位置,考虑研究区常浪向(NEE)、NE、N、SE向大于等于6级风,最大8级风,强浪向模拟1次作用24h后研究海域的波浪变化。

通过对比人工填海前后最大有效波高,分析工程前后波浪场的变化(图8)。模拟结果显示,人工填海后海口湾大部分区域最大有效波高变化不大。由于填海工程的遮挡掩护,在南海明珠南侧形大面积波影区,导致最大有效波高减小0.10~0.40 m。葫芦岛和秀英港周边海域最大有效波高减小0~0.08 m。临近南海明珠工程而形成拍岸浪的海域,最大有效波高增大0~0.10 m。

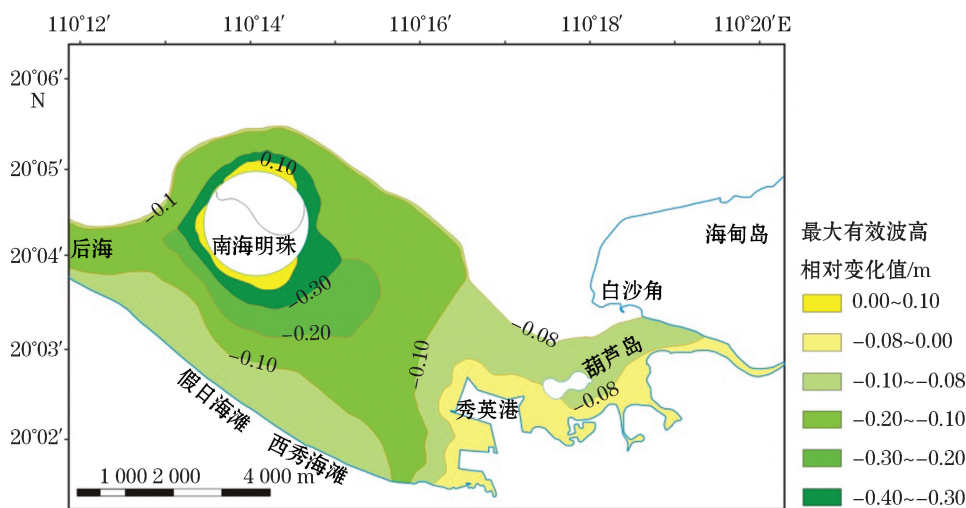


图8 常浪向(NEE)作用24h下人工填海前后最大有效波高对比图

Fig.8 Monthly scouring and silting under calm wind condition before the reclamations

3.4 地形地貌与冲淤演变

泥沙运动数值模拟以水动力模型为基础,同时考虑潮流、波浪的变化对冲淤的影响,采用以拖曳力表示的 Meyer-Peter-Muller 公式来计算推移质输沙率^[16]。模拟研究区人工填海后静风以及1个月中1次NEE、SE、N向大于等于6级风,最大8级风,作用24h的冲淤变化状况。本次调查成果发现研究区海底表层沉积物主要为砂质粉砂和黏土质粉砂,砂质量分数为4.04%~41.65%,粉砂质量分数为10.70%~73.04%,粘土质量分数为3.28%~28.24%,中值粒径为 $2.88\phi\sim7.07\phi$,分选系数为 $1.73\phi\sim3.89\phi$,分选较差至差。根据研究区海底表层沉积物组成和粒度特征,侵蚀临界剪应力介于 $0.15\sim0.2\text{ N/m}^2$ 之间和曼宁系数取值 $60\text{ m}^{1/3}/\text{s}$ 。下面以静风条件下海口湾人工填海前后的冲淤变化为例做对比分析。

静风条件下,人工填海前研究区大部分区域受潮流作用处于轻微淤积状态(图9),航道处淤积因湾顶往复流作用,月淤积量约为0.8~1.2 cm。研究区白沙角东部受到挑流作用,流速加快,月侵蚀量约为0.2~0.5 cm;白沙角南侧内部海域因岛屿的阻拦,导致流速减弱,月淤积量约为0.4~0.8 cm。秀英港附近海域月淤积量约为0.1~0.4 cm;西海岸区域的岸线月侵蚀量约为0.5~0.8 cm;海峡中部海槽受往复流冲刷侵蚀,月冲刷量约为3.0 cm。

通过对比静风条件下研究区填海前后月冲淤状况发现(图10);人工填海后,受南海明珠工程建设的影响,秀英港西侧岸堤与岛屿形成的波影区会形成向海的舌状突出体^[9],月淤积量约0.3~0.5 cm,波影区东侧

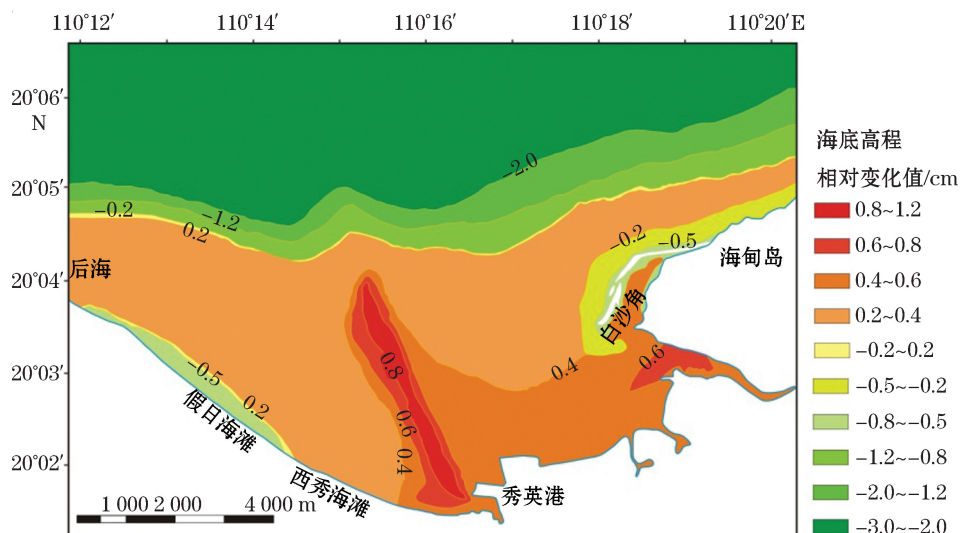


图 9 静风条件下人工填海前月冲淤状况图

Fig.9 Comparison of the monthly scouring and silting under calm wind condition before and after the reclamations

及西侧岸线失沙形成侵蚀后退带,月侵蚀量约 $0.3 \sim 0.4$ cm;航道受南海明珠建设影响,月淤积量增加约 $0.1 \sim 0.4$ cm,靠近南海明珠的航道区域淤积递增,航道东侧淤积递减,可能是受自东向西的输沙影响^[17];由于白沙角扩建,白沙角东侧冲刷作用增强,月冲刷量增加 $0.1 \sim 0.2$ cm;受填海工程影响,白沙角南侧海域潮流流速和南渡江河流入海流速减小,月淤积量增加 $0.1 \sim 0.2$ cm;受葫芦岛建设的影响,葫芦岛向岸区域月淤积量增加 $0 \sim 0.2$ cm;秀英港扩建后,潮流水动力变弱,周边海域月淤积量增加为 $0.0 \sim 0.2$ cm;海峡中部海槽受往复流冲刷侵蚀,冲淤状况基本不受填海工程影响。

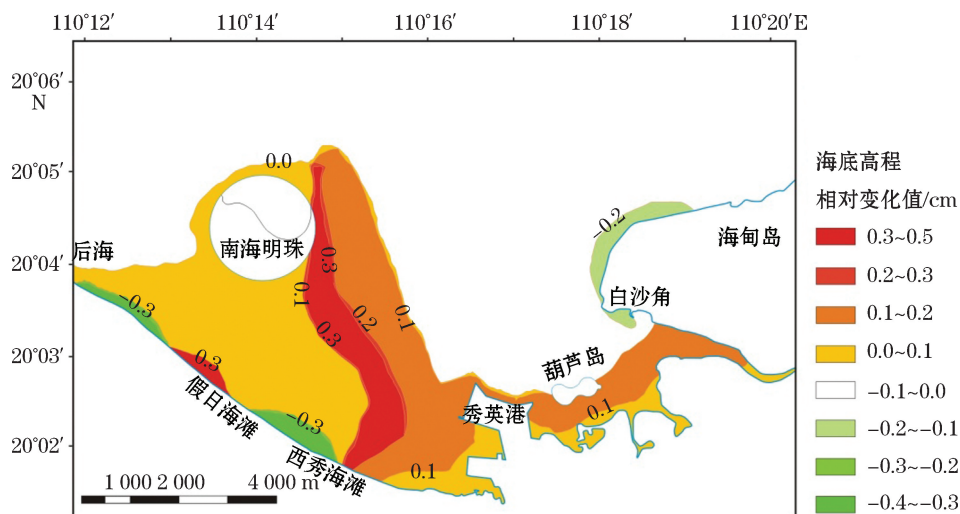


图 10 静风条件下人工填海前后月冲淤对比图

Fig.10 The predicted annual scouring and silting in the study area

3.5 预测分析

综合各条件下的冲淤情况,人工填海后,海口湾受潮流和波浪共同作用大部分区域处于轻微淤积状态,海口湾年淤积量预测在 $0.1 \sim 1.0$ m;研究区东部白沙角处潮流受地形影响,白沙角外围区冲刷量较大,年冲

刷量预测在 0.1~0.3 m(图 11)。

白沙角向湾内区域由于海甸岛的压盖作用影响发生淤积,年淤积量预测在 0.1~0.5 m;葫芦岛离岸线较近,受波影区遮挡海域,潮流流速极小,淤积加强,年淤积量预测在 0.3~0.7 m;同时秀英港扩建,水动力变弱,此处发生淤积,特别是远岸码头与近岸码头区域年淤积量预测最高达 1 m;涨潮东流时秀英港航道区域整体流速变慢,这利于秀英港航道的航行安全,但因为流速减少,航道淤积的速率会加大,航道处泥沙淤积较填海前增加,在南海明珠和航道之间淤积增多,年淤积量预测在 0.5~1.0 m;南海明珠工程建设离岸较近,预测在波浪作用下,岸外岛屿对近岸海滩形成一定的波浪掩护作用,对波浪侵蚀形成掩护作用,长时间以后波影区两侧泥沙向波影区沿岸输移,波影区泥沙堆积形成稳定的突出体,年淤积量预测在 0.3~0.5 m,波影区外两侧海岸失沙形成稳定的侵蚀后退带,年侵蚀量预测在 0.1~0.2 m。

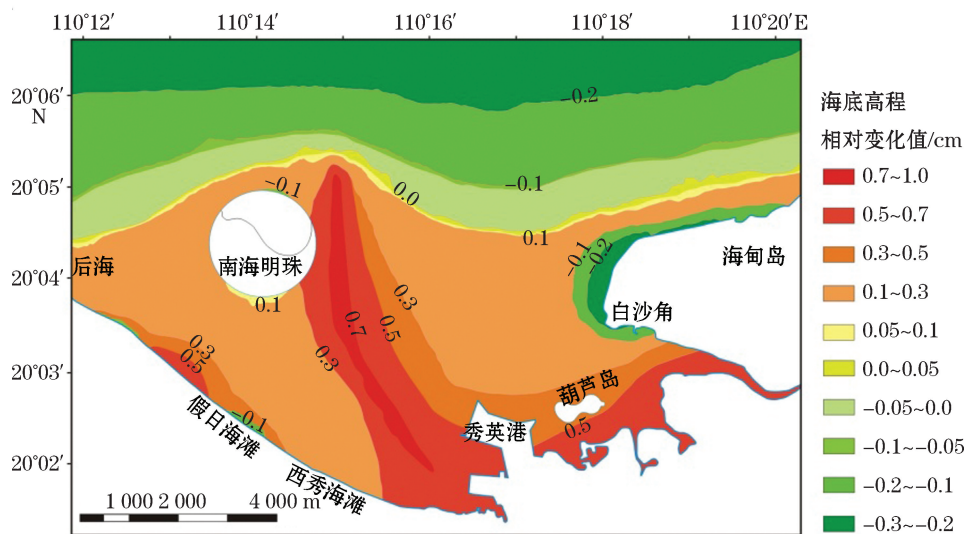


图 11 研究区年冲淤量预测图

Fig.11 The predicted annual deposition and erosion of the study area after the reclamation works

4 结 论

本研究主要从 3 个方面对模拟区域进行建模分析。通过对人工填海前后,潮流场、波浪场、冲淤演变分析,为港口的经济发展提供辅助决策建议。

对比研究区域填海前后的极值流速发现,受南海明珠填海工程、葫芦岛工程和秀英港扩建工程等的影响,海口湾水动力条件变的更加复杂;受南海明珠工程影响,缩窄了东西向过水断面,当潮流通过时,发生环岛双向绕流,流速变快,相对填海前增大。从后海沿假日海滩近岸区域流速增大,其他区域流速均减小,葫芦岛区域流速减小最明显,主要是受涨潮东流秀英港扩建的阻挡作用和落潮西流海甸岛的压盖作用影响。模拟结果显示,人工填海工程使秀英港航道的水动力条件减弱,这对通航条件改善有利。

人工填海前后,研究区最大有效波高改变量在 -0.3~0.1 m,临近南海明珠局部区域最大有效波高增加约 0.1 m;其他区域最大有效波高有一定程度削减,最大减小量约 0.3 m;葫芦岛及秀英港周边海域最大有效波高未有显著变化,减小量小于 0.1 m;白沙角最大有效波高基本无变化。

人工填海后,综合各条件下的冲淤情况,海口湾受潮流和波浪共同作用大部分区域处于淤积状态,海口湾年淤积量预测在 0.1~1.0 m。白沙角等区域处于侵蚀状态,年冲刷量预测在 0.1~0.3 m。

根据上述研究区人工填海前后冲淤模拟结果,建议加强秀英港航道的水深监测,并增加人工干预的强度,定时的进行清淤工作;在南海明珠工程南侧波影区泥沙堆积会形成向海的舌状的突出体,其两侧海岸形

成侵蚀后退带,需人工补沙等措施以保证岸线稳定。

参考文献(References):

- [1] JI Z X. The characteristics of coastal erosion in China and the causes of its aggravation[J]. Journal of Natural Disasters, 1996, 5(2): 65-75. 季子修. 中国海岸侵蚀特点及侵蚀加剧原因分析[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(2): 65-75.
- [2] CAI F, SU X Z, LIU J H, et al. Coastal erosion and countermeasures in China under global changes[J]. Progress in Natural Science, 2008, 18(10): 1093-1103. 蔡锋, 苏贤泽, 刘建辉, 等. 全球变化背景下我国海岸侵蚀问题及防范对策[J]. 自然科学进展, 2008, 18(10): 1093-1103.
- [3] ZHOU H Y, CHEN S L, HONG X J, et al. Sedimentary characteristics and stability analysis of the beach in west coast of Haikou Bay [J]. Journal of Tropical Oceanography, 2003, 32(1): 26-34. 周晗宇, 陈沈良, 钟小菁, 等. 海口湾西海岸海滩沉积物与海滩稳定性分析 [J]. 热带海洋学报, 2003, 32(1): 26-34.
- [4] ZHANG X D, SHEN S M, ZHU S X, et al. Analysis of the coastal erosion and accretion in Haikou Bay by remote sensing[J]. Journal of East China Normal University (Natural Science), 2015(4): 42-53. 张晓东, 沈斯敏, 朱首贤, 等. 海口湾海滩冲淤的遥感分析[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2015(4): 42-53.
- [5] LI M G. Study on numerical simulations of hydrodynamics and its application to the study on sediment movement in coastal and estuarine waters[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2002. 李孟国. 海岸河口水动力数值模拟研究及对泥沙运动研究的应用[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2002.
- [6] Statistical Bureau of Haikou City. Haikou statistical yearbook: 2002[M]. Beijing: China Statistics Press, 2002. 海口市统计局. 海口统计年鉴: 2002 年[M]. 北京: 中国统计出版社, 2002.
- [7] WANG W J. The development of the wave-dominated coast in northeast of Hainan Province[J]. Haiyang Xuebao, 1995, 17(3): 65-71. 王文介. 琼东北浪控海岸的发育[J]. 海洋学报, 1995, 17(3): 65-71.
- [8] WANG B C, CHEN S L, GONG W P, et al. The formation and evolution of the harbor coast of Hainan island[M]. Beijing: China Ocean Press, 2006: 43-50. 王宝灿, 陈沈良, 龚文平, 等. 海南岛港湾海岸的形成与演变[M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 43-50.
- [9] SHI P, CAO L L, MO W Y, et al. Influence of man-made island construction on the stability of the beach in the west coast of Haikou Bay [J]. Journal of Tropical Oceanography, 2015, 34(5): 57-63. 石萍, 曹玲珑, 莫文渊, 等. 人工岛建设对海口湾西海岸岸滩稳定性影响 [J]. 热带海洋学报, 2015, 34(5): 57-63.
- [10] ZHAO Y Y, KANG S H, LI W S. Research on effect of Nanhaimingzhu artificial island on channel of Haikou Harbor[J]. Journal of Waterway and Harbor, 2013, 34(4): 311-316. 赵永印, 康苏海, 李旺生. 南海明珠二期建设对海口港 3 万吨级航道影响研究[J]. 水道港口, 2013, 34(4): 311-316.
- [11] QI J, CHEN C, BEARDSLEY R C, et al. An unstructured-grid finite-volume surface wave model (FVCOM-SWAVE): Implementation, validations and applications[J]. Ocean Modelling, 2009, 28(1-3): 153-166.
- [12] WU X G, LIU G S, CHENG W L. 3D numerical simulation of sediment in the Hangzhou Bay based on FVCOM[J]. Hydro-Science and Engineering, 2011(4): 86-96. 吴修广, 刘光生, 程文龙. 基于 FVCOM 的杭州湾三维泥沙数值模拟[J]. 水利水运工程学报, 2011(4): 86-96.
- [13] LIN Z L, ZHU X M, BAO X W, et al. Three-dimensional tide and tidal current numerical simulation based on FVCOM in Quanzhou Bay[J]. Haiyang Xuobao, 2013, 35(1): 15-24. 林作梁, 朱学明, 鲍献文, 等. 基于 FVCOM 的泉州湾海域三维潮汐与潮流数值模拟 [J]. 海洋学报, 2013, 35(1): 15-24.
- [14] LIANG B C, LI H J, LEE D Y, et al. Numerical study of wave effects on surface wind stress and surface mixing length by three-dimensional circulation modeling[J]. Journal of Hydrodynamics Series B, 2006, 18(4): 397-404.
- [15] LIANG B C, LI H J, LEE D Y. Bottom shear stress under wave-current interaction[J]. Journal of Hydrodynamics, 2008, 20(1): 88-95.
- [16] MEYER-PERTER E, MULLER R. Formulas for bed-load transport[J]. Proceedings of International Association for Hydraulic Structures Research-Second Meeting, 1948(6): 39-64.
- [17] LI C C, TIAN M, LUO X L, et al. Sediment transportation and beach movement along northern coast of Nandu River delta, Hainan Island[J]. Tropic Oceanology, 1997, 16(4): 26-33. 李春初, 田明, 罗宪林, 等. 海南岛南渡江三角洲北部沿岸的泥沙转运河岸滩运动 [J]. 热带海洋, 1997, 16(4): 26-33.

Numerical Simulation of Scouring and Silting Evolution in the Haikou Bay Before and After Artificial Reclamations

ZHANG Hang-fei^{1,2}, ZENG Wei-te^{2,3}, WU Duo-yu¹, ZHANG Dong-qiang¹, WANG Xiao-lin²

(1. *Comprehensive Institute of Geological Investigation, Hainan Province, Haikou 570206, China;*

2. *Institute of Geological Survey, Hainan Province, Haikou 570206, China;*

3. *Key Laboratory of Marine Geology Resources and Environment of Hainan Province, Haikou 570206, China*)

Abstract: In order to understand the impact of the artificial reclamations carried out in the South China Sea Bright Pearl Project, the Huludao Island extension and the Xiuying Port expansion in recent years on the changes of scouring and silting in the Haikou Bay, the changes in tidal current field, wave field and scouring and silting before and after the reclamations in the Haikou Bay are simulated numerically based on the finite-volume coastal ocean model (FVCOM). According to the comprehensive situation of scouring and silting under various conditions, most areas of the Haikou Bay are in a silting state after the reclamations in bay due to the actions of tidal currents and wind waves. The predicted annual amount of siltation is in the range of 0.1 m to 1.0 m. Some local areas such as the Baisha headland are in an erosion state, with the predicted annual scour volume being 0.1 m to 0.3 m. Due to the influence of the artificial reclamations, the hydrodynamic condition in the channel of the Xiuying Port is weakened. This is beneficial to the improvement of navigation conditions, but it is still needed to strengthen the monitoring of water depth and the dredging regularly in the channel. In the wave shadow area on the south side of the "South Sea Pearl" Island, the sediment accumulations may cause a tongue-like protrusion forming toward the sea. At the two sides of the protrusion, an erosive and retreated belt may possibly form along the coast so that some measures such as artificial sand-replenishment will be needed in order to ensure the stability of the shoreline.

Key words: artificial reclamations; the Haikou Bay; change of scouring and silting; FVCOM; numerical simulation

Received: March 26, 2019